O SILE ODPORNEJ

stawianéj przejściu elektryczności

przez mieszaniny gazów pod niskiemi ciśnieniami.

NAPISAŁ

Kazimierz Olearski.

G. Wiedemann i Rühlmann wykonali doświadczenia nad przejściem elektryczności przez gazy, z których prócz wielu znanych i doniosłych rezultatów daje się wyprowadzić jeszcze jeden ciekawy wynik, na który naprzód zwrócimy uwagę. Na rysunku reasumującym badania nad zachowaniem się różnych gazów[1]) podane są krzywe linije, wyrażające zależność ilości elektryczności przechodzących przy rozbrojeniu od ciśnień pod któremi gazy są zamknięte. Z przebiegu tych krzywych wynika, że dla ciśnień mniejszych od 30 mm. rtęci mniejsza ilość elektryczności przechodzi przy

[1]) Pog. *Ann.* t. 145 tabl. IV fig. 2, albo Wiedemann *Elektricität* B. IV pag. 462 fig. 193, które to rysunki odnoszą się do przypadku obydwu elektrod izolowanych i połączonych z machiną elektryczną.

rozbrojeniu przez powietrze niż przez tlen albo azot wśród jednakich zresztą warunków (pod tém samém ciśnieniem i przy téj saméj odległości elektrod). Dla ciśnienia 17 mm. rtęci okazuje się różnica około 20%.[1] Ilości elektryczności przechodzące za rozbrojeniem uważać można za miarę siły odpornéj stawianéj przez gazy rozbrojeniu, z góry bowiem jest prawdopodobném, chociaż nie zupełnie pewném, że są one proporcyjonalne do różnic potencyjału na elektrodach potrzebnych do rozpoczęcia rozbrojenia. Powyższy rezultat oznaczałby zatém, że powietrze co do swéj siły odpornéj nie jest pośrednie między swojemi gazami składowemi dla ciśnień mniejszych od 30 mm. rtęci. W dalszém następstwie musielibyśmy wnioskować, że pod temi niskiemi ciśnieniami rozbrojenie przechodzi przez słabszy ze składników powietrza nie doznając wiele oporu ze strony silniejszego, coby niezawodnie było faktem bardzo doniosłym.

Z tego powodu zaproponował mi prof. J. Thomson w Cambridge zbadanie siły powietrza pod niskiemi ciśnieniami za pomocą metody Faradaya[2]. Wiadomo, że ta metoda polega na rozdzieleniu łącznika na dwie drogi, piérwszą zawiérającą przyrząd do mierzenia długości iskier, drugą przyrząd mieszczący stałe elektrody wśród gazu badanego. Odległość elektrod ruchomych w przyrządzie do mierzenia długości iskier, przy któréj rozbrojenie drugą drogę obiéra, mierzy siłę gazu. W doświadczeniach wykonanych przezemnie średnice kul mikrometru do mierzenia długości iskier wynosiły 1·31 i 1·298 cm., w rurze zaś szklannéj około 2 cm. szérokiéj, w odległości cokolwiek mniejszéj od 15 cm. znajdowały się platynowe elektrody kuliste o śre-

[1]) Z doświadczeń przytoczonych w rozprawie Wied. i Rühl. nie okazuje się tak wielka różnica. Autorowie téż nie podnieśli sami tego anormalnego zachowania się powietrza.

[2]) *Experim. Res.* t. I. w tłómaczeniu Pogg. *Ann.* t. 47 280 i następne.

dnicy mniéj więcéj równéj 1 cm. Rura ta łączyła się za pomocą dwóch węższych opatrzonych kruczkami z jednéj strony z rtęciową pompą Sprenglowską, z drugiéj strony z rurkami osuszającemi, z których dwie w większéj części doświadczeń zawiérały chlorek wapniowy, ostatnia bezwodny kwas fosforowy. Elektrody (osadzone w zatyczkach guttaperchowych) były połączone z przyrządem Ruhmkorffa, przez którego zwój indukujący przechodził prąd z akumulatorów.

Wiadomo już z doświadczeń Faradaya, że kiedy oddalając elektrody w przyrządzie do mierzenia długości iskier dojdzie się do takiéj ich odległości, iż pojawi się rozbrojenie przez gaz zamknięty, nie obiéra ono jeszcze stale drogi drugiéj, t. j. przez gaz, ale nawet przy większéj odległości elektrod ruchomych przechodzi różnie, raz piérwszą, drugi raz drugą drogą. Istnieje w istocie dość obszérny przestwór, w którym powiedzieć nie można, która z dróg jest słabszą Przyczyną tego zjawiska jest prawdopodobnie kurz znajdujący się w powietrzu, po części może i inne przyczyny. Nietylko wolne powietrze ale i gaz w rurze zamkniętéj mógł kurz zawiérać, prawdopodobnie jednak mniéj, ponieważ przechodził przy wpuszczaniu do rury przez kłąb wełny w każdéj z rurek osuszających, gdzie cokolwiek z swego kurzu zapewne zostawił. W ogólności im mniejszém było ciśnienie gazu w rurze, tém ten przestwór niepewności był mniejszym i kiedy rozbrojenie przybrało kształt strumienia fioletowego lub purpurowego, niemal całą szérokość rurki wypełniającego, prawie zupełnie znikał. Prócz tych przeszkód jest inna jeszcze, która bardziéj prawidłowa, dla tego może być powodem błędów więcéj na rezultat wpływających. Faraday już spostrzegł, że rozbrojenie przechodzi łatwiéj drogą, którą już raz obrało. To tłumaczy dla czego np. w razie rozbrojenia oscylacyjnego nie przechodzi tylko piérwsza oscylacyja ale i następne, które na elektrodach dają różnicę potencyjału

mniejszą, a zatém nie przechodziłyby, gdyby droga nie była się stała przez poprzednie przejście elektryczności na jakiś czas przynajmniéj słabszą. Przyczyną téj mniejszéj siły gazu jest niekoniecznie samo tylko jego ogrzanie. Na podstawie tych faktów uzasadnioném jest przypuszczenie, że gaz w zamkniętém naczyniu, przez który przeszło wiele rozbrojeń, może różni się swą siłą stawiającą opór rozbrojeniu od gazu przejściem elektryczności nie zmienionego. Przytoczymy tu na poparcie jeden przykład. Kiedy w powietrzu odległość elektrod ruchomych wynosiła 0·52 mm., w rurce zawiérającéj azot rozbrojenie przechodzić poczynało pod ciśnieniem 10 mm. Dopuściwszy jeszcze nieco azotu przepuszczałem przez tę rurkę zamkniętą rozbrojenia przyrządu Ruhmkorffa przez przeciąg 10 minut, i późniéj poczekawszy 2 minuty podczas których przyrząd Ruhmkorffa nie działał, oznaczyłem powtórnie to ciśnienie azotu od którego począwszy rozbrojenie przechodziło drugą drogą, t. j. przez azot. Wynosiło ono teraz 12·5 mm., gaz oczywiście stał się przez przejście elektryczności słabszym i nie odzyskał swoich piérwotnych warunków nawet po 2 minutach.

Ze względu na powyższe uwagi wykonywałem doświadczenia w sposób następujący: Dla danéj odległości ruchomych elektrod w powietrzu szukałem ciśnienia gazu badanego, pod którém rozbrojenie następowało przez gaz. Zwój Ruhmkorffa dawał więc prądy, które przechodziły najprzód przez przyrząd do mierzenia długości iskier, wśród tego odkręcałem kruczek pompy Sprenglowskiéj i notowałem to ciśnienie, pod którém piérwsze rozbrojenie przeszło przez rurkę z gazem. Zaraz potém zamykałem prąd indukujący w zwoju Ruhmkorffa i dopuściwszy cokolwiek gazu (dla niskich ciśnień tyle, że ciśnienie podnosiło się o jakie 30 do 40 mm.) robiłem następnie oznaczenie dla innéj odległości elektrod ruchomych. Takie postępowanie zapewniało, że gaz nie był zmieniony przez poprzednie przejście elektryczności.

W opisany sposób były robione wszystkie doświadczenia, z których rezultaty są poniżéj podane; z początku tylko porównywając azot z powietrzem zrobiłem parę szeregów oznaczeń, w których dla danego ciśnienia szukałem téj odległości elektrod ruchomych, przy któréj piérwsze rozbrojenie przeszło przez gaz zamknięty. Rezultat z tych wstępnych doświadczeń był zgodny z wynikiem głównych; wskazywały one, że powietrze pod niskiemi ciśnieniami co do swéj siły nie wiele różni się od azotu, i jeżeli nie jest od niego silniejszém to z pewnością nie jest słabszém.

Robiąc jednak doświadczenia w ten sposób najdogodniejszy i z wszelką starannością o czystość n. p. o osuszenie gazów, nie otrzymałem dla jednego i tego samego gazu w różnych czasach rezultatów dość zgodnych; stosunki rezultatów dla dwu gazów, jeżeli tylko były porównywane w krótkich odstępach czasu, jak w kilka godzin jeden po drugim, były zgodniejsze. Jeżeli n. p. dwa doświadczenia, z których każde obejmowało tlen, powietrze i azot, robione w kilka dni po sobie różniły się tém, że drugie dało większe ciśnienia dla tlenu niż piérwsze, to zarazem i dla azotu ciśnienia z drugiego doświadczenia były większe a stosunek siły azotu do siły tlenu w jedném i drugiém doświadczeniu, nie wiele się różnił. Nieregularność tę, pochodzącą z różnic w stanie otwartego powietrza atmosferycznego, przez które iskry przechodziły między elektrodami ruchomemi i jak sądzę z niejednakiego funkcyjonowania przyrządu Ruhmkorffa były stosunkowo większe dla ciśnień pod któremi rozbrojenie przechodziło w kształcie iskry aniżeli dla ciśnień niższych. Ponieważ zaś powtarzając oznaczenia dla tego samego gazu po kilku godzinach nie otrzymałem nigdy rezultatów sprzecznych więcéj niż 10% nawet dla ciśnień wyższych od 100 mm. rtęci, przeto tu, gdzie tylko o porównanie siły gazów chodzi, zestawienie doświadczeń robionych wśród okoliczności podobnych w ciągu jednego dnia jest

najodpowiedniejsze i najlepiéj może posłużyć do zrobienia pewnych wniosków.

Dla przykładu przytaczam najprzód jedno doświadczenie, gdzie bezpośrednio po sobie w ciągu jednego dnia porównywałem tlen, mieszaninę azotu i tlenu w stosunku 39% do 61% co do objętości, powietrze i azot pod niskiemi ciśnieniami. Tlen wywiązany z mieszaniny chloranu potasowego i braunsztynu przed osuszeniem był przepuszczany przez jednę flaszkę z wodą, drugą z silnym rozczynem wodnika potasowego. Podobnie téż powietrze przechodziło przez wodnik potasowy.

Robiąc doświadczenia z azotem albo powietrzem dostrzegłem, że po rozbrojeniu w rurze zamkniętéj ciśnienie wzrastało na manometrze rtęciowym o jakie ½ mm. Tak się rzecz miała, kiedy te gazy zawiérały nieco pary wodnéj. Przy staranném osuszeniu za pomocą kwasu fosforowego przyrost ciśnienia nie był widoczny.

Odległość elektrod ruchomych w przyrządzie do mierzenia długości iskier.	Ciśnienie w mm. rtęci			
	Tlen	Mieszanina tlenu i azotu 61% i 39%	Powietrze	Azot
27·7 mm.	135	140	133	
18 „	101	100	98	
12·6 „	87	90	84	
3·9 „	73	71	72	74
1·92 „	52	53	53	55
1·2 „	27	25	28	30
0·7 „	14	12·5	16	15
0·52 „	9·5	8·5	11	12
0·35 „	5·5	5·0	6·2	6·5

Kolumna piérwsza daje odległość elektrod w przyrządzie do mierzenia długości iskier, następne kolumny ciśnienie gazów w mm. rtęci, pod którém przy odpowiedniéj odległości ruchomych elektrod, podanéj w tym samym wiérszu, piérwsze rozbrojenie przeszło przez gaz. Z doświadczenia tego okazuje się, że powietrze zajmuje pośrednie miejsce między swojemi gazami składowemi. Mieszanina tlenu i azotu w stosunku 61% do 39% zdawałaby się nawet pod niskiemi ciśnieniami silniejszą od tlenu. Różnice nie są jednak większe od możliwych błędów doświadczeń. W innèm téż doświadczeniu porównywając tę samą mieszaninę z tlenem otrzymałem cyfry prawie nie różniące się od siebie.

Przytaczam jeszcze średnie z dwóch doświadczeń, z których każde obejmowało tlen, powietrze i azot.

Odległość elektrod w przyrządzie do mierzenia długoś. iskier	Ciśnienie w mm. rtęci			Odległość elektrod w przyrządzie do mierzenia długoś. iskier	Ciśnienie w mm. rtęci		
	Azot	Powietrze	Tlen		Azot	Powietrze	Tlen
27·7 mm.	125·5	122	126	1·2 mm.	30	24	25
18 „	102	108	105	0·7 „	15	13·5	13
12·6 „	90	95	94	0·52 „	11	9·5	9·5
3·9 „	73	68	68	0·35 „	6·5	5·5	5·7
1·92 „	50	44	46				

Azot, powietrze i tlen nie wiele różnią się zatém swoją siłą pod niskiemi ciśnieniami. Tlen jest cokolwiek silniejszy pod ciśnieniami bardzo małemi, co także zdaje się wynikać z doświadczeń Wiedemanna i Rühlmanna, kiedy przeciwnie

okazały doświadczenia Faradaya, że pod ciśnieniem jednéj atmosfery azot jest mocniejszy. Porównanie azotu z wodem i mieszaniną tych gazów zawiérającą 30 objętości azotu na 70 objętości wodu dało rezultat następujący.

Odległość elektrod ruchomych	Ciśnienie w mm. rtęci			Ciśnienie obliczone	Ciśnienie obliczone
	H	N	Mieszanina 30% N, 70% H.		
27·7 mm.	240	140	166	210	199
18 „	210	113	135	181	170
12·6 „	180	99	122	152	147
3·9 „	123	78	102	109	106
1·92 „	76	48	66	68	66
1·2 „	51	29	44	44	42
0·7 „	31	16	23	26·5	24
0·52 „	21	12	14	18	17
0·35 „	9	6·5	7	8·2	8

Wód i azot różnią się znacznie swoją siłą elektryczną powyższe téż doświadczenie z wszelką pewnością dowodzi, że ich mieszanina co do swojéj siły leży w pośrodku. W ostatniéj kolumnie obliczone są ciśnienia na podstawie przypuszczenia, że siła mieszaniny jest sumą siły składników, a za-

tém według wzoru $M = \frac{H\,N}{0{\cdot}7\,N + 0{\cdot}3\,H}$, gdzie M oznacza ciśnienie mieszaniny H i N ciśnienia wodu i azotu. W przedostatniéj kolumnie obliczone są ciśnienia według wzoru $M = 0{\cdot}3\,N + 0{\cdot}7\,H$. Niezgodność rezultatów obliczenia z rezultatami doświadczenia jest tak wielka, iż wiedzieć nie można, czy da się wytłumaczyć niezupełną proporcyjonalnością ciśnień gazów do ich siły i możliwemi błędami, które dla ciśnień większych są z pewnością znaczniejsze, niż dla ciśnień mniejszych.

Osobne odbicie z Rozpraw Wydziału matem.-przyr. Tomu XIV. Akademii Umiejętności.

Kraków, 1886 — w Drukarni Uniwersyteckiej pod zarządem A. M. Kosterkiewicza.